

(19) DANMARK



(12) PATENTSKRIFT

(11) 171611 B1

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 1057/95

(51) Int.Cl.6

C 02 F 1/04

(22) Indleveringsdag: 22 sep 1995

B 01 D 1/28

(41) Alm. tilgængelig: 24 feb 1997

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 24 feb 1997

(86) International ansøgning nr.: .

(30) Prioritet: .

(73) Patenthaver: *Envotech A/S; Ellegaardvej 19; 6400 Sønderborg, DK

(72) Opfinder: Jeppe Christian *Bastholm; DK

(74) Fuldmægtig: PATRADE A/S

(54) Fremgangsmåde til regulering af en separationsproces samt apparat til brug ved fremgangsmåden

(56) Fremdragne publikationer

WO off.g.skrift nr. 96/03191

(57) Sammendrag:

1057 - 95

Der beskrives en fremgangsmåde til regulering af en separationsproces vedrensning af gylle. Ved fremgangsmåden bestemmes koncentrationen af ammoniak og eddikesyre i vandfraktionen. Målingerne af disse koncentrationer benyttes som parametre til indregulering af separationsprocessen, således at koncentrationerne holdes inden for forudbestemte grænseværdier. Målingerne foretages ved, at der i separationsprocessen anvendes en destillation, og at der foretages en måling af værdier for pH og ledningsevne i vandfraktionen fra destillationen. Disse værdier omregnes til ekvivalente værdier for koncentrationerne af ammoniak og eddikesyre. Disse beregnede værdier benyttes som parametre til styring af tilsmøting af syre og base, som reageres med ammoniak og eddikesyre for neutralisering af disse i ønsket omfang. Idei der måles værdier for pH og ledningsevne, opnås en måling med stor sikkerhed, hvilket giver mulighed for at minimere forbruget af syre og base med henblik på neutralisering af vandfraktionens indhold af ammoniak og eddikesyre. Det bliver herved muligt at opnå koncentrationer af disse, der ligger inden for forudbestemte grænseværdier, der hyppigt er defineret af myndighederne.

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til regulering af en separationsproces ved rensning af spildevand, fortrinsvis gylle, og hvor der i vandfraktionen fra separationsprocessen bestemmes koncentration af ammoniak og eddikesyre og at disse koncentrationer benyttes som parametre til indregulering af separationsprocessen så at koncentrationerne af ammoniak og eddikesyre holdes indenfor forud bestemte grænseværdier. Opfindelsen angår ligeledes et apparat til brug ved fremgangsmåden.

Fremgangsmåden kan også anvendes på andet spildevand fra biologiske processer, for eksempel inden for medicinalindustrien eller kartoffelmelsfremstilling.

10

Med separation af gylle er det kendt at foretage en måling for indhold af ammoniak og eddikesyre i vandfraktionen. Disse målinger foretages med henblik på at tilføre kemikalier, som bringes til at reagere med ammoniak og eddikesyre for derved at bringe koncentrationen af disse elementer inden for tilladte grænseværdier. Sådanne grænseværdier vil normalt være de grænseværdier, som er bestemt forud på grund af offentlige myndigheders krav til renheden i vand, som udledes til recipient.

15

Ved de kendte metoder er der foretaget en måling direkte af ammoniak og eddikesyren. Imidlertid er sådanne målinger besværlige, da de er forbundet med en tidsforsinkelse til laboratoriemålinger for at skabe et nøjagtigt resultat, der kan benyttes ved justering af processen.

20

Såfremt der ikke foretages en nøjagtig måling af koncentrationen af ammoniak og eddikesyre, vil en efterfølgende tilsetning af syre og base med henblik på at udfælde disse to elementer enten medføre en overdosering eller en underdosering af kemikalierne. I begge tilfælde vil kvaliteten af udledningsvandet blive påvirket i negativ retning og eventuelt umuliggøre udledning til recipient. Ved en overdimensionering kan udledningsvandet således enten blive basisk eller surt. Ved en underdimensionering neutraliseres ikke tilstrækkelige mængder, således at koncentrationen af ammoniak og/eller eddikesyren holdes inden for de forudbestemte grænseværdier.

25

30

De kendte metoder er endvidere baseret på en måling, som udlæses af en bruger. Herefter tilsætter brugeren efter en beregningsmodel syre og/eller base med henblik på at opnå den ønskede neutralisering. De kendte fremgangsmåder er således ikke egnede til brug ved kontinuerlig drift med en automatisk tilsætning af syre og base som følge af
5 målte resultater.

Det er formålet med den foreliggende opfindelse at anvisse en fremgangsmåde, der gør
det muligt at bestemme koncentrationen af ammoniak og eddikesyre på en sikker og
effektiv måde, og som samtidig muliggør en automatisk regulering af tilsætningen af
10 reagerende syre og base med henblik på at neutralisere ammoniak og eddikesyre. Det
er ligeledes formålet med opfindelse at anvisse et apparat til brug ved fremgangsmåden.

Dette opnås ifølge den foreliggende opfindelse med en fremgangsmåde, som er sær-
præget ved, at der i separationsprocessen indgår en destillation, at koncentrationerne
15 bestemmes i vandfraktionen fra destillationstrinnet idet der måles værdier for pH og
ledningsevne i destillatet, at disse værdier omregnes til ækvivalente værdier for kon-
centrationen af ammoniak og eddikesyre i vandfraktionen og at disse beregnede vær-
dier benyttes som parametre til styring af tilsætning af syre og base, som reageres
med ammoniak og eddikesyre for neutralisering af disse.

20

Det har vist sig, at det rensende vands kvalitet opgivet som en ækvivalent koncentra-
tion af ammoniak og eddikesyre er et sikkert udtryk for vandets kvalitet. Idet der i sepa-
rationsprocessen indgår en destillation, vil vandfraktionen kun indeholde ioner, som er
pH-forskydende men ikke salte, som almindeligt vand indeholder.

25

Metoden med at måle værdier for pH og ledningsevne og derefter omregne disse til de
ækvivalente koncentrationer for ammoniak og eddikesyre vil derfor være meget sik-
ker. Målemetoden kan bruges direkte med reguleringen af separationsprocessen, og
denne regulering kan ske kontinuerligt og automatisk.

30

Alternativt er det også muligt at benytte de beregnede ækvivalente værdier til en ma-
nuel styring af tilsætning af syre og base, hvis dette ønskes.

Uanset om tilsætningen sker automatisk eller manuelt som følge af de beregnede ækvivalente værdier, vil det være muligt at tilsætte en nøjagtig mængde af syre og base, således at al ammoniak og eddikesyre udfældes, og uden der sker en overdosering af syre og/eller base. Overdosering er et unødig ressourceforbrug.

5

Fremgangsmåden er især anvendelig ved en separationsproces, hvori der indgår mekanisk vanddampkompression. En sådan proces er beskrevet i international patentansøgning nr. PCT/DK95/00310. Fremgangsmåden anvendes til styring af syre/basetilsætning i en fælde, der omfatter et surt og et basisk trin, og som benyttes til skrubning af dampen mellem et kompressionstrin og et varmeudvekslingstrin.

10 Målemetoden kan også anvendes på andre separationsprocesser, når der blot indgår et destillationstrin. Destillationstrinnet sikrer, at der i vandet kun er ioner tilstede, som er pH-forskydende. Hvis der ikke var en destillation, så ville salte, herunder metalsalte af natrium, magnesium, kalium og calcium, give anledning til en pH-forskydning i basisk retning. Dette vil ikke kunne skelnes fra forskydningen fra ammoniak og kan derfor medføre en fejdosering.

15 Ved målemetoden ifølge opfindelsen tages der ikke hensyn til, hvilke fedtsyrer, der er tale om, idet alle syrekomponenter betragtes som eddikesyrer, og ligesom alle basiske komponenter betrages som ammoniak. Dette har i praksis vist sig at give en korrekt måling og en korrekt styring med henblik på neutraliseringer, da eddikesyren udgør ca. 90% af alle fedtsyrer i almindeligt forekommende biologisk spildevand.

20 25 I en foretrukket separationsproces, hvori fremgangsmåden ifølge opfindelsen anvendes, opvarmes gylle til kogepunktet. Den gas, som herved opstår, bringes til at fortætte under en svag trykstigning i en varmeveksler. Den energi, der skal trækkes ud af dampen for at den kan bringes til at fortætte anvendes til at få gyllen til at koge. Dette er grundprocessen i det såkaldte vanddampkompressionsprincip.

30

I følge en foretrukket udførelsesform bestemmes de ækvivalente værdier for koncentrationerne for ammoniak og eddikesyre i vandfraktionen ud fra følgende algoritmer

$$c_{\text{NH}_4} = \frac{s \cdot 10^{-\text{pH}} (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}) \cdot 10^{\text{pH}-14} (\lambda_{\text{OH}^-} - \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-})}{\left(1 + \frac{1}{1 + 10^{\text{pK}_s - \text{pH}}}\right) (\lambda_{\text{NH}_4^+} + \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-})}$$

$$c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{s \cdot 10^{-\text{pH}} (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} - \lambda_{\text{NH}_4^+}) \cdot 10^{\text{pH}-14} (\lambda_{\text{OH}^-} + \lambda_{\text{NH}_4^+})}{\left(1 + \frac{1}{1 + 10^{\text{pK}_s - \text{CH}_3\text{COOH} - \text{pH}}}\right) (\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} + \lambda_{\text{NH}_4^+})}$$

hvor S er ledningsevnen, og λ er den molare konduktivitet for de enkelte ioner. I algoritmen kan der indsættes specifikke værdier for de forskellige ionkoncentrationer samt velkendte værdier for den molare konduktivitet for sådanne ioner. Værdierne vil kunne udledes fra almindeligt tilgængelige opslagsværker.

5

Det apparat, der anvendes ved fremgangsmåden omfatter opvarmningsorganer til kogning af gyllen, køleorganer til køling og kondensering af de dannede dampe, beholderorganer til opsamling af den kondenserede vandfraktion, hvilket apparat er særpreget ved, at det omfatter måle- samt beregnings- og styreorganer til måling af ledningsevne- samt pH-værdier i vandfraktionen samt til omsætning af de målte værdier til ækvivalente koncentrationer af ammoniak og eddikesyre og doseringsorganer til tilslætning af syre og base til vandfraktionen i en mængde, som følge af signaler fra beregnings- og styreorganerne.

10

Apparatet ifølge opfindelsen kan have en hvilken som helst uformning, når det blot det sikres, at gyllen koges, således at der optræder en dampdannelse efterfulgt af en kondensering. En specifik uformning for apparatet kan være den type, som er beskrevet i international patentansøgning nr. PCT/DK95/00310, og som er forsynet med måle- samt beregnings- og styreorganerne samt doseringsorganerne for tilslætning af syre og base.

20

Et apparat af denne type er enkelt at fremstille og anvendes problemfrit med henblik på at opnå en sikker separationsproces, hvori det er muligt at optimere anvendelsen af syre og base med henblik på at neutralisere ammoniak og eddikesyre.

25

Apparatet er fordelagtigt udformet som et anlæg til mekanisk vanddampkompression, idet opvarmnings- og køleorganer er tilvejebragt i form af en varmeveksler, der er anbragt i en fordampningstank, som omfatter en top og en sump som er forbundne med et rør, der omfatter en cirkulationspumpe for væskecirculation og at en kompressor er anbragt mellem varmevekslerens sider for at cirkulere dampen og at denne varmeveksler, cirkulationspumpe og kompressor indgår i et mekanisk vanddampkompressionsanlæg, og endvidere foretrækkes det, at alle komponenter er arrangeret i et isoleret kabinet for derved at minimere energiforbruget til processen.

10 Beregnings- og styreorganerne kan være forsynet med et display eller en udstyrningsenhed til visning af signalerne, såfremt der ønskes anvendelse af manuelt betjente doseringsorganer. Alternativt kan apparatet have beregnings- og styreorganer, der giver et signal, som direkte anvendes i automatiske doseringsorganer som følge af det indkommende signal.

15 Opfindelsen vil herefter blive forklaret nærmere under henvisning til den medfølgende tegning, hvor

20 fig. 1 viser et skematisk billede af et apparat til brug ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, og
fig. 2 et blokdiagram til illustration af reguleringssystemet ifølge opfindelsen.

25 Figur 1 illustrerer skematisk et anlæg med et apparat ifølge opfindelsen. Anlægget er beregnet til separering af forurenede væsker med mekanisk dampkompression. Anlægget benyttes således ifølge et kendt princip til at separere en forurenset væskedel, fortrinsvis vand, og opkoncentrere den forurenende del. Den primære væskedel, som skal renses, kan bestå af vand, men vil også kunne bestå af andre væsker, som for eksempel freon, der er forurenset med olie.

30 Anlægget omfatter en inddamper 1. Ved toppen af inddamperen er der dannet et fordelersystem 2, og ved bunden er der dannet et bundkar 3, som indeholder den forurenede væske 4. Bundkaret 3 er forbundet med en cirkulationspumpe 5 samt en ledning 6,

der pumper den opvarmede og foreurende væske 4 til fordelersystemet 2 i inddamperens top. Bundkarret 3 har en tilgang 7 for tilførsel af foreuren væske 4 samt en afgangsledning 8, der benyttes til at tømme den opkoncentrerede og foreurenende del ud af kogekarret 3.

5

Ved toppen af kogekarret 3 findes et dampudtag 9, som via en ledning 10 og en kompressor 11 er forbundet med en varmeveksler 12, der er anbragt i inddamperen 1. I bunden af varmeveksleren 12 findes et udtag 13 for kondensat. En skrubber 14 er indskudt i ledningen 10, hvor også kompressoren 11 er monteret. I den viste situation befinder skrubberen 14 sig ovenstrøms for kompressoren 11. Dette foretrækkes, men det er også muligt at placere skrubberen 14 nedenstrøms for kompressoren 11.

10

Det bemærkes, at der i tegningen ikke er illustreret opbygning af elektrisk styring af anlægget. Imidlertid vil et sådant styresystem være velkendt for en fagmand og kræver derfor ikke detaljeret forklaring.

15

Den foreurende væske 4 tilføres således portionsvis ved tilgangen 7 og aftappes, efter der er sket en opkoncentration via afgangsledningen 8. Kondensatet eller destillatet aftappes via udtaget 13.

20

Når den foreurende væske er indført i bundkarret 3, opnås det viste niveau 21. Herved skifter en niveaukontakt 22, således at varmelegeme (ikke vist) og cirkulationspumpen 5 tændes. Herefter bringes temperaturen op til en tilstand for temperatur og tryk, der ligger umiddelbart under kogepunktet for den væske, som ønskes renset (kondensatet).

25

Såfremt der er tale om vand, bringes temperaturen således tilnærmelsesvis op til 100°C.

30

Cirkulationspumpen 5 startes ved opstart af anlægget for at sikre, at alle komponenter har samme temperatur. Når temperaturen er nået ca. 100°C, startes kompressoren 11.

Kompressoren 11 skaber et undertryk i bundkarret 3 og tvinger derved den damp, der befinner sig over den foreurende væske 4, ind gennem skrubberen 14, hvorefter dampen via rørledningen 10 føres til kompressoren 11 og derefter ind i varmeveksleren 12,

hvor der sker en varmeveksling af dampen på varmevekslerens ene side og den opvarmede forurenede væske 4 på varmevekslerens anden side. Herved vil dampen, der er blevet komprimeret i kompressoren 11, afgive sin energi, der overføres til den cirkulerede forurenede væske 4 på varmevekslerens anden side. Herved fordampes den væske, som ønskes renset. Denne damp trænger ned gennem varmeveksleren 12 via dennes ene side og strømmer således ind i toppen af bundkarret 3 og vil passere ud via dampudtaget 9 og gennem skrubberen 14, ledningen 10 og kompressoren 11 ind i varmeveksleren 12. Under afgivelsen af sin energi kondenserer dampen og kan derefter udtages som kondensat via udtaget 13.

10

Skrubberen 14 omfatter en første og en anden skrubber 15,16. Skrubberen 15 indeholder en syre 17, og skrubberen 16 indeholder en base 18. Hver af skrubberne 15,16 er forsynet med en tilledning 19,20 for tilførsel af syre henholdsvis base. Der bliver her ved muligt som følge af målinger at udskifte væsker 17,18, således at pH-værdien holdes stort set konstant under inddampningen. Skrubberen 14 vil fortrinsvis være anbragt med det sure trin 15 ovenstrøms for det basiske trin 16. Denne rækkefølge er vigtig, da syrerne er flygtigere end baserne. For at fastholde det, som findes i sidste trin i skrubberen 14, så skal det være en base, for eksempel natriumhydroxid.

20

Hele systemet er indeholdt i et lukket og isoleret kabinet 21. Herved opnås en energineutral proces, idet der ikke sker vekselvirkning med omgivelserne. Dette vil fordelagtigt også bevirke, at man undgår, at dampen på uønsket måde kondenserer i et trin, som har en lavere temperatur. Hvis der var "kolde trin", ville processen gå i stå, da dampen blot ville kondenserer i et sådan koldt trin i stedet for den ønskede kondensering i varmeveksleren 12.

25

Skrubberne 15,16 er forsynet med fyldlegemer til etablering af en stor overflade for reaktion samt til dæmpning af bobledannelse, skvulp og lignende, der giver anledning til væskesprøjt og dermed risiko for dråbemedrivning ud i dampledningen 10.

30

Målesonder 23 er anbragt i udtaget 13 uden for det isolerede kabinet 21. Målesonderne 23 er forbundet med en beregnings- og styreenhed 24. Denne beregnings- og styreen-

hed indeholder en mikroprocessor, der er i stand til at omsætte de målte værdier til ækvivalente værdier for koncentration af ammoniak og eddikesyre i overensstemmelse med en algoritme, der er indlagt deri, og disse parametre kan derefter bruges til styring af kemikalierpumper for tilsætning af syre/base i det sure og basiske trin 15,16 i skrubberen 14.

I fig. 2 ses et diagram over målesystemet. Heri ses målesonderne 23, som mäter på ledningen 10. Målesonderne 23 sender via en galvanisk adskillelse 25 et signal til en mikroprocessor 26. Den galvaniske adskiller har vist sig at være nødvendig for at opnå 10 måling med følsomme sonder, som er almindeligt tilgængelige på markedet, uden at disse påvirker hinanden galvanisk, når de anvendes i samme opløsning samtidigt. I mikroprocessoren foretages der en beregning, og et signal sendes til kemikaliepumper 28, som via ledninger 19,20 tilfører syre og base via ledningerne 19,20 til skrubberen 14. Mikroprocessoren 26 er forsynet med sin egen spændingsforsyning 29, således at 15 den kan ses som et selvstændig enhed.

I mikroprocessoren 26 foretages udregning af de ækvivalente koncentrationer af ammoniak og eddikesyre. Samtidig foretages reguleringen af kemikalietilsætningen ved hjælp af pumperne 28. De reguleringsparametre, som foretrækkes at anvende, vil være 20 tilsætning af saltpetersyre og natriumhydroxid, og doseringen foretages ved at styre kemikaliepumperne 28. Som eksempel på en egnede mikroprocessorer til brug i systemet kan nævnes CISC-mikrocontrolleren, SAB80C535 fra Siemens. Det vil imidlertid være muligt at anvende andre mikroprocessorer. Mikroprocessoren 26 er forbundet med en display-enhed. I dette display kan der udlæses værdier, som udtrykker 25 kvaliteten af det rensende vand samt det aktuelle kemikalieforbrug. Andre parametre vil også kunne aflæses, hvis dette ønskes.

Det bemærkes, at reguleringsmetoden samt apparatet ifølge den foreliggende opfindelse vil kunne anvendes sammen med fremgangsmåder og apparater til væskeseparation, 30 som beskrevet i europæisk patent EP-B-544768. Når fremgangsmåden/apparatet anvendes i forbindelse med sådanne anlæg, foretrækkes det også at målesonderne 23 anbringes i udtaget fra varmeverksleren. Tilsætningen af syre og base kan også i et så-

dant apparat ske under selve processen ved anvendelse af tilsætningsorganer, som styres af signaler fra beregnings- og styreenheden 24.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til regulering af en separationsproces ved rensning af spildevand, fortrinsvis gylle, og hvor der i vandfraktionen fra separationsprocessen bestemmes koncentration af ammoniak og eddikesyre og at disse koncentrationer benyttes som parametre til indregulering af separationsprocessen så at koncentrationerne af ammoniak og eddikesyre holdes indenfor forud bestemte grænseværdier, k e n d e t e g n e t ved, at der i separationsprocessen indgår en destillation, at koncentrationerne bestemmes i vandfraktionen fra destillationstrinnet idet der måles værdier for pH og ledningsevne i destillatet, at disse værdier omregnes til ækvivalente værdier for koncentrationen af ammoniak og eddikesyre i vandfraktionen, og at disse beregnede værdier benyttes som parametre til styring af tilslætning af syre og base, som reageres med ammoniak og eddikesyre for neutralisering af disse.
- 10 2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at der ved separationsprocessen anvendes mekanisk vanddampkompression.
- 15 3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at syre og base tilslættes i en mængde som netop er tilstrækkelig til at reagere med hele den beregnede mængde af ammoniak og eddikesyre for neutralisering af al indholdet heraf.
- 20 4. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, k e n d e t e g - n e t , ved at koncentrationerne af eddikesyre og ammoniak i vandfraktionen bestemmes ud fra følgende algoritmer:

$$C_{\text{NH}_4} = \frac{s \cdot 10^{-\text{pH}} (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} + \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-}) \cdot 10^{\text{pH}-14} (\lambda_{\text{OH}^-} - \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-})}{\left(1 - \frac{1}{1 + 10^{\text{pK}_s \cdot \text{NH}_4 - \text{pH}}}\right) (\lambda_{\text{NH}_4^+} + \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-})}$$

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{s \cdot 10^{-\text{pH}} (\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot \lambda_{\text{NH}_4^+}) \cdot 10^{\text{pH}-14} (\lambda_{\text{OH}^-} + \lambda_{\text{NH}_4^+})}{\left(\frac{1}{1 + 10^{\text{pK}_s \cdot \text{CH}_3\text{COOH} - \text{pH}}}\right) (\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} + \lambda_{\text{NH}_4^+})}$$

hvor S er ledningsevnen, og λ er den molare konduktivitet for de enkelte ioner.

5. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, kendtegnede, ved at beregningerne af koncentrationerne af ammoniak og eddikesyre registreres i en elektronisk beregnings- og styringenhed, der samtidig automatisk styrer til-sætning af syre og base i en mængde for neutralisering af al ammoniak og al eddikesyre.
10. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, kendtegnede ved, at separationsprocessen foretages i et termisk isoleret kabinet, og at værdierne for pH og ledningsevne måles udenfor kabinettet.
15. Apparat til brug ved en fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af de foregående krav, hvilket apparat omfatter opvarmningsorganer til kogning af gyllen, køleorganer til køling og kondensering af de dannede dampe, beholderorganer til opsamling af den kondenserede vandfraktion, kendtegnet ved, at det omfatter måle- samt beregnings- og styreorganer til måling af ledningsevne samt pH-værdier i vandfraktionen samt til omsætning af de målte værdier til ækvivalente koncentrationer af ammoniak og eddikesyre og doseringsorganer til til sætning af syre og base til vandfraktionen i en mængde, som følge af signaler fra beregnings- og styreorganerne.
20. Apparat ifølge krav 7, kendtegnet ved, at opvarmnings- og køleorganerne er tilvejebragt i form af varmeveksler, der er anbragt i en fordampningstank, som omfatter en top og en sump som er forbundne med et rør, der omfatter en cirkulations-pumpe for væskecirculation og at en kompressor er anbragt mellem varmevekslerens sider for at cirkulere dampen og at denne varmeveksler, cirkulationspumpe og kompressor indgår i et mekanisk vanddampkompressionsanlæg.
25. Apparat ifølge krav 7 eller 8, kendtegnet ved, at det er arrangeret i et isoleret kabinet med måle- samt beregnings- og styreorganerne anbragt uden for kabinettet.

10. Apparat ifølge krav 7,8 eller 9, kendtegnet ved, at beregnings- og styreorganerne er indrettet for afgivning af et signal direkte til doseringsorganer, som automatisch doserer syre og base som følge af disse signaler.

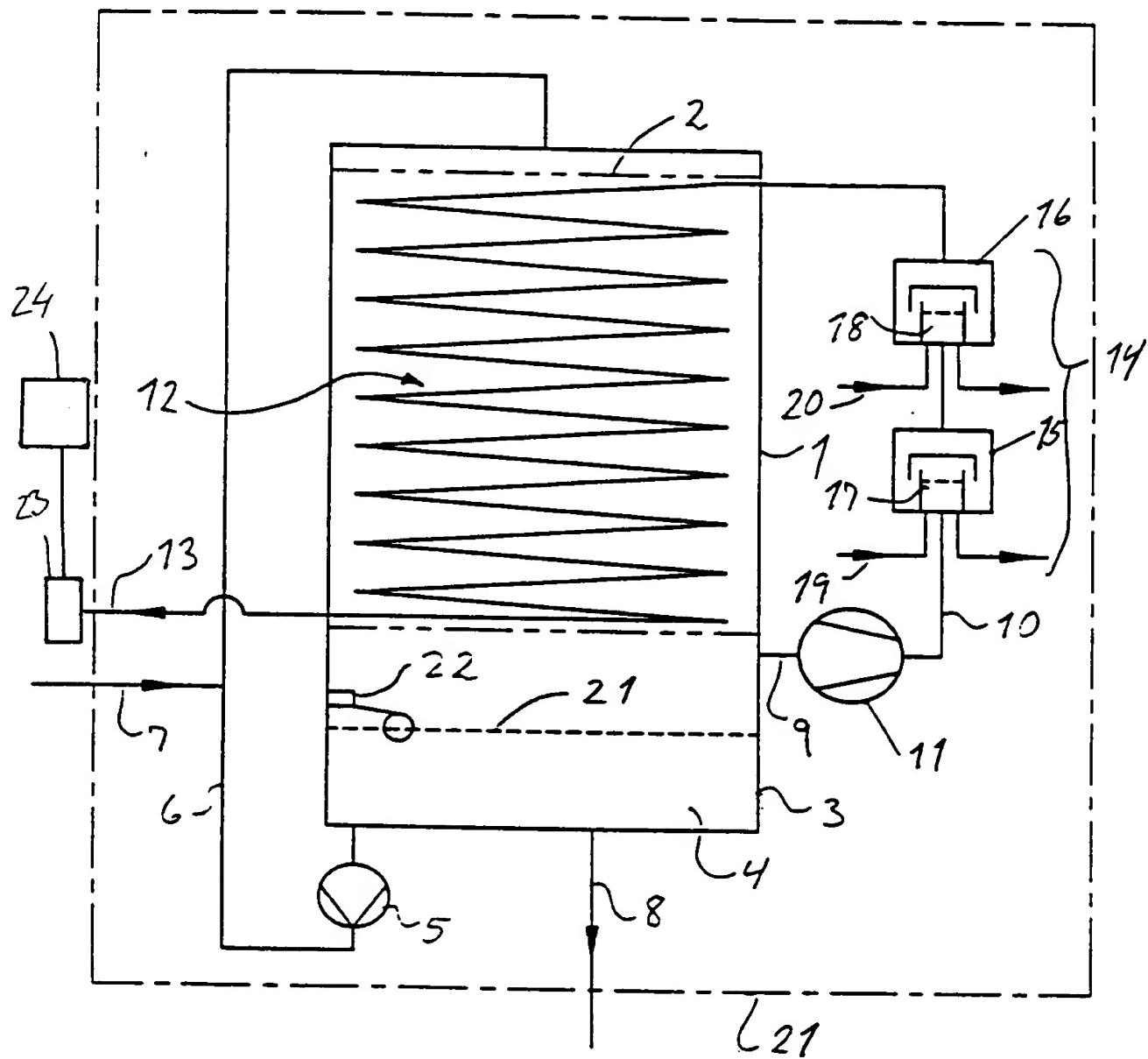


FIG. 1

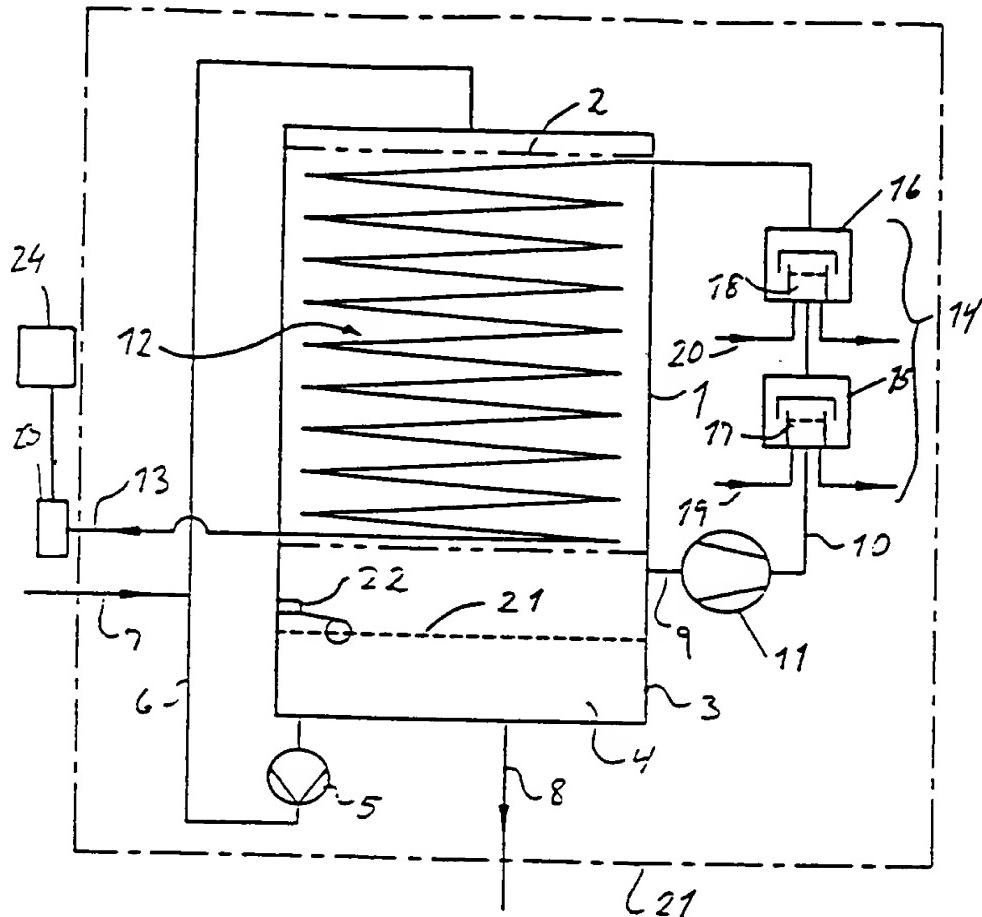


FIG. 1

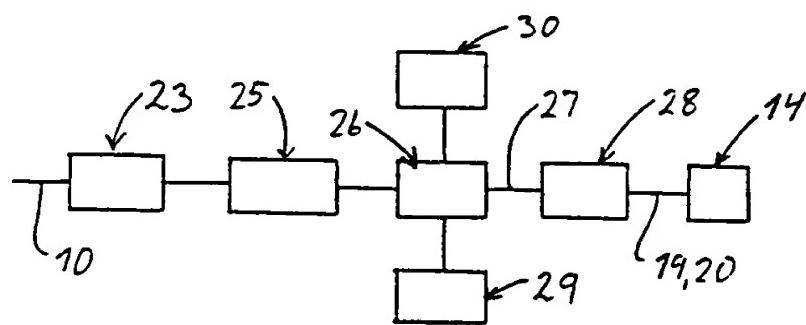


FIG. 2

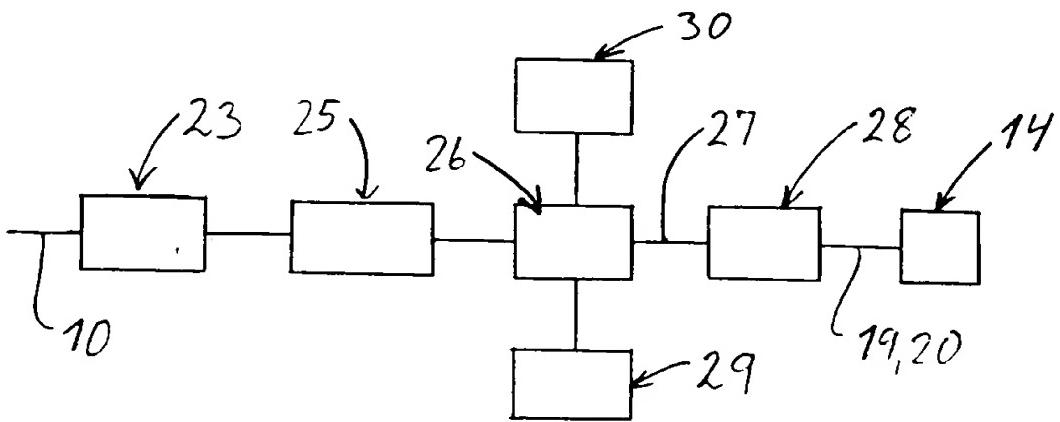


FIG. 2